

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-333177

(43)Date of publication of application : 18.12.1998

(51)Int.Cl.

G02F 1/136

(21)Application number : 09-160652

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 04.06.1997

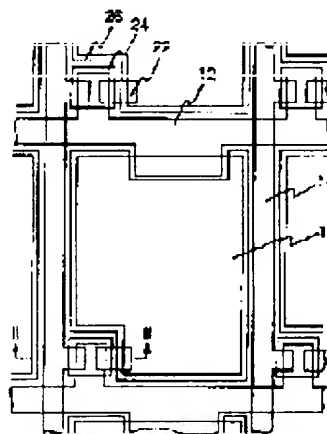
(72)Inventor : NAKAJIMA KATSUNORI
KIZAWA KENICHI
CHIYABARA KENICHI

(54) ACTIVE MATRIX TYPE LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the specific resistance and film stress of elements constituting a signal transmission line by specifying the thickness of a Cr film, the ratio of the average grain diameter of the film to the thickness and the ratio of the X-ray diffraction intensity of the (110) face of the film to that of the (200) face.

SOLUTION: A transparent image element electrode 16 is formed in each display region enclosed with a gate wire 12 and a drain wire 14, and a semiconductor active element (TFT element) for image driving is made adjacent to the electrode 16 on a glass substrate in the display region. The gate wire 12 and the drain wire 14 as elements constituting a signal transmission line for transmitting an electric signal related to the driving of the TFT element are formed with a Cr film contg. Ne atoms. The thickness of the Cr film is 200-400 nm, the ratio of the average grain diameter of the film seen from a direction perpendicular to the surface of the film to the thickness is 0.18 and the ratio of the X-ray diffraction intensity of the (110) face of the film to that of (200) face is 2.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

 CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The auxiliary electrode by which liquid crystal driver voltage is both impressed to two or more viewing areas surrounded by two or more scanning lines and two or more data signal lines with it being characterized by providing the following. In active matrix liquid crystal display equipped with the semiconductor active element for a pixel drive connected to the scanning line and the data signal line The element which constitutes the signal-transmission way for transmitting the electrical signal relevant to the drive of the aforementioned semiconductor active element for a pixel drive is Cr film, thickness in 200 to 400nm The ratio to the thickness of the diameter of average crystal grain perpendicularly seen to the film surface is 0.18. Active matrix liquid crystal display characterized by to be above and the X diffraction intensity ratio of a field to a membranous field (110) (200) being two or more. The liquid crystal layer containing the liquid crystal which constitutes two or more pixels. A liquid crystal layer is carried out in between, and phase opposite is carried out, and it is arranged, and is the insulating substrate of a couple at least with transparent one side. Two or more

insulating substrate of a couple. Two or more data signal lines arranged so that it may cross two or more the shape of the scanning line and a matrix.

[Claim 2] The auxiliary electrode by which liquid crystal driver voltage is both impressed to two or more viewing areas surrounded by two or more scanning lines and two or more data signal lines with it being characterized by providing the following. In active matrix liquid crystal display equipped with the semiconductor active element for a pixel drive connected to the scanning line and the data signal line One [at least] line is Cr film among the aforementioned scanning line and a data signal line, thickness in 200 to 400nm The ratio to the thickness of the diameter of average crystal grain perpendicularly seen to the film surface is 0.18. Active matrix liquid crystal display characterized by to be above and the X diffraction intensity ratio of a field to a membranous field (110) (200) being two or more. The liquid crystal layer containing the liquid crystal which constitutes two or more pixels. A liquid crystal layer is carried out in between, and phase opposite is carried out, and it is arranged, and is the insulating substrate of a couple at least with transparent one side. Two or more scanning lines distributed and arranged at one insulating substrate of the

may cross two or more the shape of the scanning line and a matrix.

[Claim 3] The auxiliary electrode by which liquid crystal driver voltage is both impressed to two or more viewing areas surrounded by two or more scanning lines and two or more data signal lines with it being characterized by providing the following. In active matrix liquid crystal display equipped with the semiconductor active element for a pixel drive connected to the scanning line and the data signal line Active matrix liquid crystal display characterized by consisting of metal membranes to which one [at least] line contains Ne atom in Cr film among the aforementioned scanning line and a data signal line, and for the specific resistance of this metal membrane being 22 or less microhm-cm, and the absolute value of the membrane stress of a metal membrane being 200 or less MPa. The liquid crystal layer containing the liquid crystal which constitutes two or more pixels. A liquid crystal layer is carried out in between, and phase opposite is carried out, and it is arranged, and is the insulating substrate of a couple at least with transparent one side. Two or more scanning lines distributed and arranged at one insulating substrate of the insulating substrate of a couple. Two or more data signal lines arranged so that it may cross two or more the shape of the scanning line and a matrix.

[Claim 4] The claims 1 or 2 characterized

by forming the taper section 60 degrees or less in the edge of a metal membrane, or active matrix liquid crystal display given in three.

[Claim 5] The thickness of a metal membrane is the claims 1 or 2 characterized by being 250nm or more, or active matrix liquid crystal display given in three.

[Claim 6] The auxiliary electrode by which liquid crystal driver voltage is both impressed to two or more viewing areas surrounded by two or more scanning lines and two or more data signal lines with it being characterized by providing the following. In the manufacture method of active matrix liquid crystal display equipped with the semiconductor active element for a pixel drive connected to the scanning line and the data signal line Use Cr for the main material of one [at least] line among the aforementioned scanning line and a data signal line, and this Cr is used as a cathode target. It inserts into the spatter gas containing the mixed gas of Ne of inert gas, or Ar and Ne. thickness by the direct-current magnet RONSUPATTA method in 200 to 400nm The ratio to the thickness of the diameter of average crystal grain perpendicularly seen to the film surface is 0.18 . The manufacture method of the active matrix liquid crystal display characterized by to be above and forming that whose X diffraction intensity ratio of a field to a membranous field (110) (200)

is two or more. The liquid crystal layer containing the liquid crystal which constitutes two or more pixels. A liquid crystal layer is carried out in between, and phase opposite is carried out, and it is arranged, and is the insulating substrate of a couple at least with transparent one side. Two or more scanning lines distributed and arranged at one insulating substrate of the insulating substrate of a couple. Two or more data signal lines arranged so that it may cross two or more the shape of the scanning line and a matrix.

[Claim 7] The auxiliary electrode by which liquid crystal driver voltage is both impressed to two or more viewing areas surrounded by two or more scanning lines and two or more data signal lines with it being characterized by providing the following. In the manufacture method of active matrix liquid crystal display equipped with the semiconductor active element for a pixel drive connected to the scanning line and the data signal line Use Cr for the main material of one [at least] line among the aforementioned scanning line and a data signal line, and this Cr is used as a cathode target. It inserts into the spatter gas containing the mixed gas of Ne of inert gas, or Ar and Ne, by the direct-current magnet RONSUPATTA method The manufacture method of the active matrix liquid crystal

microomegaem, and is characterized by the thing of the membrane stress of a metal membrane for which a film forms the thing of 200 or less MPas absolutely as a metal membrane which contains Ne atom in Cr film. The liquid crystal layer containing the liquid crystal which constitutes two or more pixels. A liquid crystal layer is carried out in between, and phase opposite is carried out, and it is arranged, and is the insulating substrate of a couple at least with transparent one side. Two or more scanning lines distributed and arranged at one insulating substrate of the insulating substrate of a couple. Two or more data signal lines arranged so that it may cross two or more the shape of the scanning line and a matrix.

[Claim 8] In $1 \times 1.0 \cdot 4$ or less Pa, it is [ultimate vacuum] power density to $0.4 \cdot 1.0 \text{ Pa}$ about gas ** of spatter gas 10 W/cm^2 Active matrix liquid crystal display according to claim 5 or 6 characterized by setting up above, respectively and depositing a metal membrane on it.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]
[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to active

display to drive liquid crystal by TFT (TFT) especially.

[0002]

[Description of the Prior Art] As active matrix liquid crystal display, many things of the high TFT drive method of display quality are adopted. The greatest demand to this kind of liquid crystal display is low-pricing, and in order to realize low-pricing, it is indispensable to aim at improvement in reduction of the manufacture process cost of TFT-LCD (Liquid Crystal Display) which applied the amorphous silicon, curtailment of the number of manufacturing processes, a throughput, and the yield. For this reason, it is 10.4 as a glass substrate for the purpose of aiming at improvement in a throughput with the production line of a liquid crystal display in recent years. The size 470mmx370mm thing which can take the 4th page of an inch panel, and 12.1 The size 650mmx550mm thing which can take the 6th page of an inch panel is used. In this case, as the former and a glass substrate, it is 1.1mm in the thickness because of lightweight-izing of a liquid crystal display. It is 0.7mm, even if size becomes large, although the thing was used. The following [it] are used. Thus, in the manufacture process using the glass substrate which became large [size], in case a glass substrate is conveyed, curvature may arise in the glass substrate itself. The curvature of this glass substrate itself has twisted the

wiring film to the stress of the thin film made into the start with one factor.

[0003] Moreover, in the liquid crystal display, highly-minute-izing of not only low-pricing but a display and big screen-ization are progressing. In this case, while wiring resistance increases with increase of a wire length, and reduction of wiring width of face, wiring capacity also increases with a number of a transistor of increases connected to a wiring intersection and wiring. If a display is constituted after wiring resistance and wiring capacity have increased, the time constant which becomes settled by the product of wiring resistance and wiring capacity will increase, it will originate in the wave provincial accent of a driving pulse, and quality of image will deteriorate. For this reason, the metallic material of low resistance is required of wiring for TFT-LCD.

[0004] Then, as a metal wiring material for TFT-LCD, the thing using about 20 microomegacm and the Mo-W system alloy of low resistance is proposed as indicated by JP.6-317814.A. If this alloy is used for a wiring material, the coverage when the taper section being formed in a wiring edge, and the salient of a void etc. not being formed in a wiring edge, but forming other films on wiring by the dry etching method, will improve.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the

Invention] However, since the Mo-W system alloy thin film is used as a wiring material with the conventional technology, there are troubles, like that the cost of materials of the target used for the spatter which forms this alloy thin film is remarkably expensive, that the throughput of a dry etching process is low, and a dry etching system is expensive, and low-pricing of a liquid crystal display is difficult.

[0006] In addition, in low resistance, moreover it is cheap, and a hillock (salient) occurs with the heat which will be added into a manufacture process if aluminum or aluminum alloy is used as wiring material, although using for wiring material is also considered, since it is processible by the high wet etching method of a throughput, aluminum or aluminum alloy is between wiring, and a short circuit may occur. For this reason, a film is anodized to use aluminum or aluminum alloy with wiring material, or a cure, such as carrying out a laminating to other refractory metals, is required, and process cost increases with the increase in the number of processes.

[0007] On the other hand, Cr can be processed by wet etching, has the feature of a hillock not occurring, and from the place with the features, such as excelling also in adhesion with other films, and an electric contact property moreover, it is

the range of the usual spatter conditions, since specific resistance of Cr is high, however it may carry out, it has the trouble that membrane stress is very high. For this reason, if thickness is enlarged in order to make specific resistance low, when the curvature of a substrate also becomes large, a defect occurs in a substrate at the time of substrate conveyance or a blemish is in a substrate with the increase in thickness, a substrate will break. For this reason, in having only used Cr for wiring material, highly-minute-izing of a liquid crystal display and big-screen-izing are difficult. In addition, although using Ne of inert gas at the time of a spatter is also considered as indicated by JP,6-67214,A, even if it only uses Ne, it is difficult [it] to make specific resistance small or to make membrane stress small.

[0008] The purpose of this invention is to offer the manufacture method of the active matrix liquid crystal display which can make small the specific resistance and membrane stress of an element which constitute a signal-transmission way, and this equipment.

[0009]

[Means for Solving the Problem] The liquid crystal layer which contains the liquid crystal from which this invention constitutes two or more pixels in order to attain the aforementioned purpose, A

out and it is arranged. The insulating substrate of a couple at least with transparent one side. While having two or more scanning lines distributed and arranged at one insulating substrate of the insulating substrate of a couple, and two or more data signal lines arranged so that it may cross two or more the shape of the scanning line and a matrix The auxiliary electrode by which liquid crystal driver voltage is impressed to two or more viewing areas surrounded by two or more scanning lines and two or more data signal lines. In active matrix liquid crystal display equipped with the semiconductor active element for a pixel drive connected to the scanning line and the data signal line The element which constitutes the signal-transmission way for transmitting the electrical signal relevant to the drive of the aforementioned semiconductor active element for a pixel drive is Cr film. thickness in 200 to 400nm The ratio to the thickness of the diameter of average crystal grain perpendicularly seen to the film surface is 0.18. The active matrix liquid crystal display characterized by to be above and the X diffraction intensity ratio of a field to a membranous field (110) (200) being two or more is constituted.

[0010] It faces constituting the aforementioned liquid crystal display. and can apply also to one [at least] line among the scanning line and a data

signal line as an element which constitutes a signal-transmission way. [0011] It may face constituting the aforementioned liquid crystal display, and may consist of an element which constitutes a signal-transmission way, or a metal membrane to which one [at least] line contains Ne atom in Cr film among the scanning line and a data signal line, and the specific resistance of this metal membrane may be 22 or less microomegacm, and you may make it the absolute film of the membrane stress of a metal membrane be 200 or less MPas. [0012] It faces constituting each aforementioned liquid crystal display furthermore, and the following elements can be added. [0013] (1) The taper section 60 degrees or less is formed in the edge of a metal membrane. [0014] (2) The thickness of a metal membrane should be 250nm or more. [0015] this invention carries out the liquid crystal layer containing the liquid crystal which constitutes two or more pixels, and a liquid crystal layer in between, and phase opposite is carried out and it is arranged. Moreover, the insulating substrate of a couple at least with transparent one side, While having two or more scanning lines distributed and arranged at one insulating substrate of the insulating substrate of a couple, and two or more data signal lines arranged so that it may cross two or more

the shape of the scanning line and a matrix. The auxiliary electrode by which liquid crystal driver voltage is impressed to two or more viewing areas surrounded by two or more scanning lines and two or more data signal lines. In the manufacture method of active matrix liquid crystal display equipped with the semiconductor active element for a pixel drive connected to the scanning line and the data signal line. Use Cr for the main material of one [at least] line among the aforementioned scanning line and a data signal line, and this Cr is used as a cathode target. It inserts into the spatter gas containing the mixed gas of Ne of inert gas, or Ar and Ne, thickness by the direct-current magnetron-sputtering method in 200 to 400nm. The ratio to the thickness of the diameter of average crystal grain perpendicularly seen to the film surface is 0.18. It is above. And the X diffraction intensity ratio of a field to a membranous field (110) (200) adopts the manufacture method of the active matrix liquid crystal display characterized by forming what is two or more.

[0016] this invention carries out the liquid crystal layer containing the liquid crystal which constitutes further two or more pixels, and a liquid crystal layer in between, and phase opposite is carried out and it is arranged. The insulating substrate of a couple at least with

arranged at one insulating substrate of the insulating substrate of a couple, and two or more data signal lines arranged so that it may cross two or more the shape of the scanning line and a matrix. The auxiliary electrode by which liquid crystal driver voltage is impressed to two or more viewing areas surrounded by two or more scanning lines and two or more data signal lines. In the manufacture method of active matrix liquid crystal display equipped with the semiconductor active element for a pixel drive connected to the scanning line and the data signal line. Use Cr for the main material of the element which constitutes the signal-transmission way for transmitting the electrical signal relevant to the drive of the aforementioned semiconductor active element for a pixel drive, and this Cr is used as a cathode target. It inserts into the spatter gas containing the mixed gas of Ne of inert gas, or Ar and Ne, by the direct-current magnetron-sputtering method. It can attain also by adopting the manufacture method of the active matrix liquid crystal display which the specific resistance of this metal membrane is 22 or less microohm-cm, and is characterized by the absolute value of the membrane stress of a metal membrane forming the thing of 200 or less MPa as a metal membrane which contains Ne atom in Cr film.

and the following conditions can be added.
In $1 \times 1.0 \cdot 4$ or less Pa, it is [ultimate vacuum] power density to $0.4 \cdot 1.0$ Pa about gas ** of spatter gas 10 W/cm^2 Set up above, respectively and deposit a metal membrane on it.

[0018] When forming the element of a signal-transmission way, the scanning line, and the data line as a metal membrane containing Ne atom into Cr film according to said means, the pressure of spatter gas by adjusting the optimal The specific resistance of a metal membrane is 22 or less microohm-cm, and since the absolute value of the membrane stress of a metal membrane formed the thing of 200 or less MPas, specific resistance and membrane stress can form a small thing as an element of a signal-transmission way, the scanning line, or a data signal line. Thereby, while the curvature of a substrate is made to the minimum, the yield of substrate manufacture can be raised.

[0019]

[Embodiments of the Invention]

Hereafter, the operation gestalt of this invention is explained based on a drawing.

[0020] Drawing 1 is the mimetic diagram showing the 1-pixel composition in the TFT substrate carried in active matrix liquid crystal display, and drawing 2 is the II-II ***** cross section of drawing 1. In drawing 1 and drawing 2, two or more gate wiring 12 and drain wiring 14 are

arranged in the shape of a matrix through insulating member on the glass substrate 10. On the display of the type called VGA (Video Graphics Array) by which these wiring is used for a personal computer, the gate wiring 12 of 480 is arranged by lengthwise and the drain wiring 14 of 640×3 (red, green, blue) books is arranged by the longitudinal direction. The transparent pixel electrode 16 is formed in the viewing area surrounded with the gate wiring 12 and the drain wiring 14. Moreover, a TFT element (semiconductor active element for a pixel drive) adjoins the transparent pixel electrode 16 at a viewing area, and it is formed on the glass substrate 10. The TFT element is equipped with the gate electrode 18, the drain electrode 20, the source electrode 22, and the semiconductor layer 24 grade, and the laminating of the gate electrode 18 is carried out on the glass substrate 10. On the gate electrode 18, the laminating of the gate insulator layer 26 is carried out, and the laminating of the semiconductor layer 24, and n^+ and an $a\text{-Si}$ film 28 is carried out on the gate insulator layer 26. The semiconductor layer 24 is carried out in between, and the drain electrode 20 and the source electrode 22 are formed. And the protective coat 30 is formed on these TFT element. The orientation film 32 is formed on the protective coat 30. Phase opposite is carried out, the orientation film 34 is formed in this

orientation film 32, and the liquid crystal layer 36 is inserted among the orientation films 32 and 34. On the orientation film 34, the transparent-electrode ITO layer 38 as a counterelectrode (auxiliary electrode) to which liquid crystal driver voltage is impressed is formed, and the light filter is formed through the protective coat 40 on the ITO layer 38. The light filter is equipped with the element of blue 42, green 44, and red (illustration ellipsis), and the black matrix 46 for shading is joined to the light filter. The laminating of the glass substrate 48 is carried out on this black matrix 46. And deflecting plates 50 and 52 are joined by the outside of substrates 10 and 48. Although are based on the cascade screen of what is depended on a black resin, the thing to depend on Metal Cr, Metal Cr, and Oxidization Cr as a black matrix 46 and there are three kinds, all are created by photolithography. Moreover, a light filter is classified into four kinds, a staining technique, a pigment-content powder method, print processes, and an electrodeposition process, according to means forming.

[0021] A spacer is applied to substrate surface homogeneity, in order to make regularity distance between both substrates (cell gap), before facing creating the LCD panel, even the

and even the orientation film's 34 carrying out a laminating to a glass-substrate 48 side and making both substrate rival. Then, alignment of both the substrates 10 and 48 is carried out, and they are made to rival. At this time, the circumference is pasted up using an epoxy system heat-curing type resin. Next, after cutting substrates 10 and 48, liquid crystal is poured in into the orientation film 32 and the cell between 34. The seal of the inlet is carried out by the epoxy system resin after this. Then, a gate wiring [around substrates 10 and 48] 12, drain wiring 14, common electrode, and drive circuit is connected using an anisotropy electric conduction film etc., and deflecting plates 50 and 52 are attached in a cell front face. Then, a liquid crystal display is completed by installing a back light unit in the rear-face side of a TFT substrate. [0022] It is characterized by this invention forming the gate wiring (scanning line) 12 and the drain wiring (data signal line) 14 by the metal membrane containing Ne atom into Cr film as an element which constitutes the signal-transmission way for transmitting the electrical signal relevant to the drive of a TFT element (semiconductor active element for a pixel drive) here, and various kinds of examination results for extracting this focus are described below.

resistance of Cr film is explained.

[0024] It faced using the film deposition method, and it was simple, repeatability was good and the direct-current magnetron-sputtering equipment which can also expect a high throughput was used. After exhausting to a vacuum the space which carried out phase opposite of the material (target : cathode) which it is going to form, and the substrate 10 (anode plate) in this equipment, inert gas was introduced in this space, direct current voltage was impressed to both material and substrate, plasma was generated, and the method of depositing a film on a substrate using the sputtering phenomenon of the target by the generated cation is adopted. A magnetron raises the density of plasma, raises the rate of sedimentation, and is installed in the tooth back of a target. And as shown in drawing 3, it is 0.7mm in 550mmx650mm and thickness as a glass substrate 10 here. Cr film was deposited on the substrate 10 using the thing. The sheet sputtering system as shown in drawing 4 was used so that processing of a glass substrate 10 might be possible at a still higher throughput.

[0025] For a glass substrate 10, in the liquid crystal process after a TFT process (after-mentioned), it is cut along with the dashed line of drawing 3, and the vertical angle of Screen 54 is 12.1. Six panels of the size which is an inch are manufactured. And two or more glass

substrates 10 are contained in the cassette 62 moved by the automatic carrier robot 60 in a production line, the transfer robot 66 after this cassette 62 was installed in the transfer stage 64 by conveyance of a robot 60 -- the [brewing / 1st // extraction room 68, or] -- it is conveyed at 2 brewing / extraction room 70 These interior of a room is exhausted by the vacua, and this one indoor glass substrate 10 is moved at a time to a heat chamber 72 after that. After a glass substrate 10 is heated by temperature predetermined by the heat chamber 72, it is conveyed at the 1st membrane formation room 74. Cr film accumulates on the glass substrate 10 conveyed at the 1st membrane formation room 74 by sputtering. At this time, as inert gas of sputtering, although Ar was used conventionally, Ne is used with this operation gestalt.

[0026] After sputtering is completed, a glass substrate 10 is conveyed at the 2nd membrane formation room 76 of after heating, and a film deposits it by sputtering. A film accumulates by sputtering similarly after this at the 3rd membrane formation room 78. Movement in the meantime is performed by the vacuum carrier robot 80, and the electrode of the gate wiring 12, the drain wiring 14, and a TFT element etc. is formed for every membrane formation room, and after film deposition and a substrate 10 -- the [brewing / 1st //

extraction room 68, or after it is returned to 2 brewing / extraction room 70 and being moved to the transfer stage 64 by the transfer robot 66, it is moved to other processes by the automatic carrier robot 60

[0027] A maintenance becomes easy, while being able to respond to two or more kinds of targets, being able to raise a throughput and being able to make occupancy area of equipment small, if the sheet sputtering system shown in drawing 4 is used. Since it is the structure which moves the magnet furthermore installed in the tooth back of a target, compared with the conventional inline-type sputtering system, high power density can be supplied in equipment.

[0028] Next, when the membrane stress and specific resistance of a metal membrane which were deposited by sputtering were measured, the measurement result as shown in drawing 5 and drawing 6 was obtained. In this measurement, electric resistance (sheet resistance) was searched for by 4 **** type resistance-measurement method, and specific resistance was converted by the thickness which measured and obtained the height of the level difference section which *****ed and formed the film. Moreover, the 5 inches silicon wafer (0.55mm in thickness) was used for the substrate, the difference delta of the

searched for, and membrane stress was calculated using the following formula showing the relation of this value and membrane stress sigma.

[0029]

$$\Delta = 3(1 - \gamma) / L^2 d \sigma / E \cdot b^2 \quad (1)$$

Here, they are E:Young's modulus, the Poisson's ratio of gamma:substrate, the length of L:substrate, the thickness of b:substrate, and d:thickness.

[0030] Although specific resistance of Cr was made to about 22 or less microomegacm when Ar was used for the inert gas of sputtering, however it might carry out film deposition conditions, it turns out at a film that the tensile stress of 700-800MPa occurs also at the lowest, a glass substrate curves and trouble is caused to handling by it. When the worst, a substrate breaks and a fall and operation halt of the yield are caused. Moreover, in the substrate with the large amount of curvatures, the trouble of pattern precision getting worse also at the exposure after a sputtering process and a development process occurred. In many source/drains which a film furthermore overcomes, since stress was high, poor open circuits occurred frequently after patterning, in addition, 0.2Pa of the limitation which plasma generates although membrane stress declines with the fall of spatter gas ** as

** is high. In addition, it is 0.2Pa about a pressure. Although it is expected that stress is made to 700 or less MPas if it is made low, since the density of the gas molecule which exists in practice is too low, plasma does not occur.

[0031] On the other hand, the result at the time of making into a parameter big spatter gas ** exerted on a film property was shown in drawing 5 and drawing 6 as an examination result when using Ne for spatter gas. In addition, the vacuum system and the mass-flow controller used that by which sensitivity was proofread by Ne at this time. These results are the substrate temperature of 200 degrees C (actual measurement in front of a sputtering start), 1×10^{-4} or less Pa of ultimate vacua, and power density 10 W/cm². It is data deposited on 200mm of thickness.

[0032] The specific resistance of Cr film is lowering a pressure, and drawing 6 shows that it is in the inclination which falls gradually. In addition, in this operation range, although all the absolute values of specific resistance are as small as about 20 or less microomegacm, this reason depends having made power density high using the sheet sputtering system, and ultimate vacuum on having controlled low.

[0033] On the other hand, drawing 5 shows falling, if membrane stress lowers a pressure. A pressure is 1.0Pa in that case. If it becomes below, spatter gas

pressure is 200 or less MPas, and is 0.5Pa. If it carries out, most stress will approach 0. Moreover, change of the membrane stress to a pressure is understood that there is also little change of the property acquired even if it shifts somewhat that it is small and the controllability in a process is high, i.e., a pressure. In addition, although not shown in drawing 6, it is the pressure of 0.5Pa. Although membrane stress seldom changed when it set and substrate temperature was adjusted, when falling and power density were fallen, that specific resistance and membrane stress go up made specific resistance clear. Moreover, it is power density 10 W/cm². If it controls above, membrane stress later mentioned in all the ranges examined mostly can be set to 200 or less MPas of which it is required. Moreover, since specific resistance will increase although stress hardly changes if ultimate vacuum is raised, vacuum achievement needs to be referred to as 1×10^{-4} or less Pa. In addition, although not shown in drawing, if the concentration of Ne gas is raised using the mixed gas of Ar and Ne, stress can be lowered similarly.

[0034] Here, the reason the membrane stress of Cr changes is considered as follows by changing gas pressure and a type of gas. In order that an average free process may become long and the number of times of a collision of a spatter particle (Cr) and spatter gas (Ar or Ne) may

decrease by lowering spatter gas pressure, the energy of the spatter particle which carries out incidence to a substrate increases. Moreover, Cr particle energy which the energy loss at the time of the collision with a spatter particle (Cr) and spatter gas (Ne) decreases, consequently reaches a substrate increases by making spatter gas into Ne gas which is a light element from Ar. Although Cr film essentially has the big tensile stress, if Cr particle energy which reaches a substrate increases, it will act so that a crystal lattice may be expanded according to the placing effect. That is, it works so that compressive stress may be added, and it is thought that the tensile stress was eased. In addition, Ne atom which is spatter gas is incorporated in a grain boundary at the time of deposition of Cr film in this case. Moreover, although this has an effect also in helium inactive by the light element, since helium is too light, it has the trouble that a spatter rate is extremely late.

[0035] Next, the result which investigated the structural feature of the film which carried out the spatter using Ne gas is shown. The film which used and produced Ar for comparison was also investigated. Stress carried out the spatter of Ar and the Ne on the conditions which fall most. It investigated about three kinds of 200,400,600nm of

scanning electron microscope (SEM) is shown in drawing 8. Observation conditions were made one 50,000 times the scale factor [5kV of acceleration voltage, and] of this. This drawing shows that the Ne of the diameter of crystal grain is larger compared with the case of Ar in which thickness. In order to compare quantitatively, in quest of the average diameter of crystal grain, it was shown in drawing 9 from the photograph of drawing 8. This drawing shows that the diameter of crystal grain increases with that the Ne of the diameter of crystal grain is clearly larger compared with Ar, and increase of thickness. In a parenthesis, the ratio to the thickness of the diameter of crystal grain is shown. Compared with Ar, the Ne of the value is larger, and in [which is a thickness range generally used by TFT-LCD [200-400nm, although it is 0.17 at the maximum in Ar, it turns out that it is 0.18 or more in Ne. Moreover, the X diffraction estimated the film of both of 200nm of thickness. That is, the stress according [the stress by Ar spatter] to Cr film and Ne spatter of about 800 MPa(s) is two of Cr films of about 100 MPa(s). The measured X diffraction pattern and the standard powder pattern of JCPDS are shown in drawing 10. This drawing shows that a diffraction line is very strong compared with (110 (200)) by the low stress Cr film

(200)) being 0.16 in a standard powder pattern, the ratio is as large as about 10. In Ar, it is about 1.5. It is about 1.5, when Ar is used, although this ratio was changeable to some extent as a result of are wide range and examining spatter conditions. It was difficult to carry out above. (200) That the diffraction intensity of a field is strong shows that the film shows orientation (200), i.e., the rate of an abundance ratio of the crystal grain by which the direction (200) of Cr which is a body centered cubic structure has turned to the film surface perpendicularly is high. Moreover, what is easing membranous stress is presumed by taking orientation (200). It can be said that it expresses that it has membranous low stress that the diffraction intensity ratio which receives for orientation (200) to be shown and to ask according to an X diffraction if it puts in another way (110) (200) is high. A diffraction intensity ratio [as opposed to (110 (200)) the result of examination] is 2.0. It was judged to be the conditions of low stress (<500MPa) that it was above.

[0036] Furthermore, as a result of an X-ray diffraction method's estimating a film in detail, it made the low thing clear that the lattice constant is developing compared with what has high membrane stress (it is perpendicularly to a film), the film according [the direction of the film according to Ne about the two aforementioned person] to Ar --

comparing -- 0.003 angstrom -- it was a long result

[0037] When the spatter of the Cr film is carried out using Ne gas, if the analysis method which is one sort of a component analysis is used, it can perform easily that Ne contains in a film clearly.

[0038] For example, if a temperature-programmed-desorption gas-analysis method (TDS:Thermal Desorption Spectroscopy) is used, the mass of the desorption gas emitted by carrying out temperature up heating (the highest being 1000 degrees C to 900 degrees C in this case) of the sample in a high vacuum can be analyzed. When an electron probe X-ray microanalyser (XMA:X-ray Microprobe Analyzer) is used, the electron of a high energy is made to collide with a sample, when the Auger electron and characteristic X ray of energy peculiar to the element which constitutes a solid-state are broadcast, the wavelength and intensity of a characteristic X ray can be measured and the element can be analyzed from this measurement result. Moreover, when a secondary ion mass spectrometer (SIMS:Secondary Ion Mass Spectrometer) is used, an ion beam is irradiated at a sample and the mass of the secondary ion emitted with irradiation of an ion beam can be analyzed. When composition was analyzed using the method of these analysis, for the amount of Ar(s) in Cr

film, by Ar spatter, the membrane formation thick force is 0.02 at 2Pa. It was atomic %, and when the membrane formation thick force was set to 0.2P, the result which becomes 0.03 atom % was obtained.

[0039] On the other hand, by Ne spatter, the membrane formation thick force is 1Pa and 0.5Pa. As for the amount of Ne(s), the result of 0.2 atom % and 0.8 atom % was obtained at the case, respectively. If this contains Ne atom of the amount in Cr film, it shows the bird clapper to the above-mentioned membrane stress.

[0040] Next, the curvature of a substrate and the relation of a membrane resistance are explained.

[0041] As mentioned above, in order to suppress the signal delay produced with big-screen-izing of a display, and highly-minute-izing, low resistance-ization of wiring is needed. Then, screen-size:14 inch, the number of pixels: As a result of asking for gate wiring resistance required to realize TFT-LCD to 1024x768 by the simulation, it made sheet resistance of wiring clear that it is necessary to be below 0.7ohms / **.

[0042] Here, a 14 inch panel's being taken the 4th page and a 14 inch panel are equivalent to the screen size of about 17 inches of a CRT monitor, and the reason for having taken into

to take the 6th page of a 12 inch panel from the substrate of 650mmx550mm size. If it puts in another way, although it is necessary in the same production line to manufacture two or more panels from the same substrate size, it is most desirable from the point of efficiency that all sizes can be manufactured in the same material and a process, and it is because it is enough if the screen size of 14 inches (pixel number : 1024x768) is considered as a maximum size in that case.

[0043] Next, thickness $d=0.7$ which can perform sheet resistance with 0.7ohms / ** when the specific resistance of a wiring film is changed A relation is shown in drawing 7. From drawing 7, if specific resistance decreases, 0.7ohms / **, and the made thickness understand a bird clapper for sheet resistance thinly. When Ar was used for spatter gas, it originated in membrane stress, the problem of the curvature of a substrate increasing arose, and specific resistance of Cr film has not been realized at all while becoming thickness 400nm or more, needing time for etching of film deposition and a film and a throughput's falling, in order to have considered as 0.7ohm/**, since it was high, 30 or more microomega-cm and.

[0044] Moreover, when membrane stress is fixed, there is a trouble that the amount of curvatures of a substrate increases with increase of thickness. In

more. In addition, the relation between thickness, membrane stress, and the amount of curvatures of a substrate can be quantified from (1) formula mentioned above. And according to survey, it turns out that the amount of curvatures of the substrate which the trouble in conveyance and exposure, and a development process begins to increase is about 2mm. From this, the amount of curvatures of a substrate can be referred to as having to be 2mm or less in stress value to hold down.

[0045] When the case of for example, specific resistance 22microhm/cm is considered from drawing 7, the thickness which gives 0.7ohms of sheet resistance and σ is 314nm. In this case, if membrane stress is not held down from (1) formula to about 400 or less MPas, the curvature of a 370mmx470mmx0.7mm size substrate (long picture) will be set to 2mm or more. Moreover,

550mmx650mmx0.7mm In the case of size, it is necessary to set membrane stress to 200 or less MPas from (1) formula. On the contrary, even if membrane stress goes up to about 300 MPas, it is 550mmx650mmx0.7mm. The thickness as for which curves in the case of size and an amount is made to 2mm or less is 250nm. In addition, if it becomes thick and the board thickness of a substrate has a fixed membrane stress value, it is inversely proportional to board thickness, and curves, and an

amount becomes small. At the range in which it experimented, the thickness of a substrate is actually 1.0mm. When it became above, the trouble by the curvature of a substrate decreased sharply.

[0046] When the above thing is taken into consideration, the thickness of Cr film needed from the throughput of each process of film deposition and membranous etching is about 300nm. Therefore, drawing 7 to specific resistance needs to be or less about 22microhm. Furthermore, substrate temperature is raised, or by making ultimate vacuum into the low voltage force etc., although the reduction in resistance is possible, since any method of a throughput is the direction to which it falls, in an actual manufacture process, about 18 microhm/cm are considered to be minimums. In addition, it checked that the etch rate of Cr film which carried out Ne sputter was almost equivalent to Cr film which carried out Ar sputter. That is, the fall of a throughput was not produced in the membranous etching process.

[0047] Next, the result which created the TFT substrate based on the result mentioned above is explained. First, by the direct-current magnetron-sputtering method, the often washed glass substrate is heated at 200 degrees C, and Cr is deposited on a glass substrate. This deposition condition is made into within

the limits mentioned above. Moreover, thickness sets to 250nm and the sheet resistance is 0.8ohm/**. Cr film was processed into the gate wiring 12 by photoetching. Under the present circumstances, etching used as etchant what added the nitric acid for the solution which added the 2nd cerium ammonium of a nitric acid, and perchloric acid. A taper angle is controllable by the 2nd cerium ammonium concentration of a nitric acid, and the nitric acid addition. In this case, the taper angle of Cr gate electrode edge was 45 degrees. By making it such a cone angle, coverage of the film which carries out a laminating on a substrate can be made good. In addition, preliminary examination investigated the taper angle of a gate electrode, and the coverage of the insulator layer (SiN) formed on this, the method of adjusting a taper angle in 10-80 degrees, and specifically, mentioning later on this, respectively -- a SiN film -- Cr film was formed succeedingly, the MIM element was created, and it asked for the isolation voltage of a SiN film. Consequently, when a taper angle exceeds 60 degrees, isolation voltage is in the inclination which a low element increases. Moreover, otherwise, the gate wiring 12 is Cl2 by the dry etching method. *****ing by mixed gas with O₂, a taper angle

the gate wiring 12 was installed in RF plasma CVD equipment, and SiN of the gate insulator layer 26 was formed. Substrate temperature is SiH₄ as 280 degrees C, NH₃ And N₂ It created to 300nm thickness, using mixed gas as material gas. Subsequently, a-Si of a semiconductor layer was formed by another chamber in RF plasma CVD equipment. At this time, it considers as 250 degrees C and substrate temperature is a mono silane SiH₄. It used for material gas and created. Thickness could be 220nm. It moved to another chamber succeedingly and n+ and the a-Si layer 28 which doped Lynn (P) were formed on this. It considers as 230 degrees C and substrate temperature is SiH₄ and PH₃. And H₂ It created to 50nm thickness using mixed gas. [0049] Next, patterning of the a-Si of n+ and the a-Si layer 28, and the semiconductor layer 24 was carried out to the TFT configuration by the dry etching method. Then, the gate insulator layer 26 was similarly processed by the dry etching method, and the through hole for the terminal takeoff connection of the pixel electrode 16 and the gate electrode 18 was formed. Cr film was deposited in the material same besides as the gate electrode 18, equipment, and conditions. The drain wiring 14 was similarly processed for this Cr film by photoetching.

channel of TFT was formed. In addition, by the dry etching method, about 100nm over etching not only of 50nm but the semiconductor layer 24 is carried out in n+ and the a-Si layer 28 in consideration of processing tolerance in fact. Next, patterning of the pixel electrode 16 was carried out by photoetching after depositing a transparent-electrode positive ITO film at the substrate temperature of 200 degrees C using the direct-current magnetron sputtering method. In addition, although drawing 1 is not shown, in this patterning, the gate electrode 18 of the circumference of a panel, the source electrode 22, and the drain electrode 20 are also simultaneously covered with the ITO film. This is for securing the reliability of connection with a panel drive circuit (external drive circuit). And on this, the SiN film of a protective coat 30 was formed by the RF plasma CD method. Moreover, substrate temperature is SiH4 and NH3 as 250 degrees C. And H2 It created to 300nm thickness, using mixed gas as material gas. Then, the through hole was formed in the pixel polar zone, while removing the protection nature insulator layer SiN of the circumference of a panel and exposing the electrode terminal by the dry etching method.

[0050] In the process to the above, when Cr film was created using Ne as spatter gas, the fault on manufacture processes including a substrate crack and film

peeling was not generated at all. And the part was supplied to the liquid crystal process from the created TFT substrate, and the LCD panel was completed. And when the display result was investigated, it checked not generating a pixel defect at all. This shows that contact on a poor open circuit of the gate wiring 12 and the drain wiring 14, and wiring and a transparent-electrode ITO film is also good. On the other hand, it was a gate wiring film deposition process, and since the conveyance trouble already occurred, it expected leading to a substrate crack and the next process was stopped by the conventional method which used Ar for spatter gas.

[0051]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, a signal-transmission way, the scanning line, or a data signal line is formed by Cr film. The ratio to the thickness of the diameter of average crystal grain perpendicularly seen to the film surface is 0.18. Above. And while it is made for the X diffraction intensity ratio of a field to a membranous field (110) (200) to be two or more, and forming into Cr film so that Ne atom may be included The specific resistance of this film is 22 or less microomega-cm, and it can write so that the absolute value of membrane stress may be 200 or less MPas, and the resistance and membrane stress of an element which transmit a signal can be

made small, and it can contribute to the improvement in the yield, and improvement in reliability.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the mimetic diagram showing the composition for 1 pixel of the liquid crystal display in which 1 operation gestalt of this invention is shown.

[Drawing 2] It is the cross section which meets the II-II line of drawing 1.

[Drawing 3] It is the block diagram of a glass substrate.

[Drawing 4] It is the perspective diagram showing the composition of a sheet sputtering system.

[Drawing 5] It is the property view showing the relation between spatter gas pressure and stress.

[Drawing 6] It is the property view showing the relation between a membrane formation pressure and specific resistance.

[Drawing 7] It is the property view showing a relation with the thickness which gives specific resistance and sheet resistance.

[Drawing 8] It is the scanning electron microscope (SEM) photograph of Cr film front face.

[Drawing 9] It is the property view

[Drawing 10] It is the X diffraction pattern of Cr film.

[Description of Notations]

10 | -- Drain wiring, 16 / -- A transparent pixel electrode, 18 / -- A gate electrode, 20 / -- A drain electrode, 22 / -- A source electrode, 36 / -- Liquid crystal layer, | -- A glass substrate, 12 -- Gate wiring, 14

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-333177

(43) 公開日 平成10年(1998)12月18日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 2 F 1/136

識別記号

5 0 0

F I

G 0 2 F 1/136

5 0 0

審査請求 未請求 請求項の数8 F D (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平9-160652

(22) 出願日 平成9年(1997)6月4日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 中島 勝範

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 鬼沢 賢一

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 茶原 健一

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

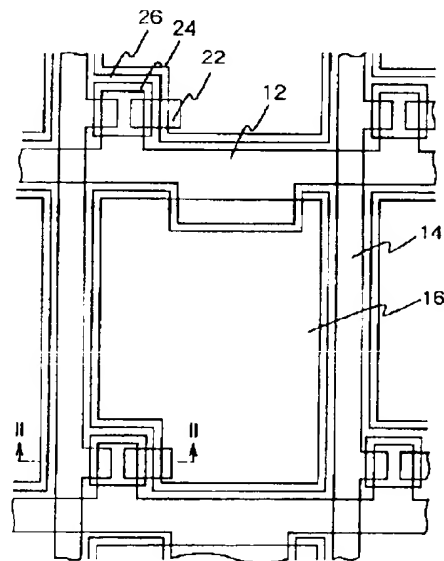
(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

(54) 【発明の名称】 アクティブマトリクス型液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 配線の比抵抗および膜応力を小さくすること。

【解決手段】 TFT素子と透明画素電極16の周囲に配線されたゲート配線12およびドレイン配線14を、(200)面に配向し大きな結晶粒径のCr膜で構成するとともに、そのCr膜中にNe原子を含むようにし、しかもそのCr膜の比抵抗が $2.2\mu\Omega\text{cm}$ 以下で且つ膜応力の絶対値が 200MPa 以下の膜で形成する。



12…ゲート配線 14…ドレイン配線
16…透明画素電極 22…ソース配線

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】複数の画素を構成する液晶を含む液晶層と、液晶層を間にして相対向して配置されて少なくとも一方が透明な一対の絶縁基板と、一対の絶縁基板の一方の絶縁基板に分散して配置された複数の走査線と、複数の走査線とマトリクス状に交差するように配置された複数のデータ信号線とを備えているとともに、

複数の走査線と複数のデータ信号線とにより囲まれた複数の表示領域に、液晶駆動電圧が印加される補助電極と、走査線とデータ信号線に接続された画素駆動用半導体能動素子とを備えているアクティブマトリクス型液晶表示装置において、前記画素駆動用半導体能動素子の駆動に関連する電気信号を送送するための信号伝送路を構成する要素がCr膜であって、膜厚が200nmから400nmの範囲で、膜面に垂直方向から見た平均結晶粒径の膜厚に対する比率が0.18以上であること、及び膜の(110)面に対する(200)面のX線回折強度比が2以上であることを特徴とするアクティブマトリクス型液晶表示装置

【請求項2】複数の画素を構成する液晶を含む液晶層と、液晶層を間にして相対向して配置されて少なくとも一方が透明な一対の絶縁基板と、一対の絶縁基板の一方の絶縁基板に分散して配置された複数の走査線と、複数の走査線とマトリクス状に交差するように配置された複数のデータ信号線とを備えているとともに、

複数の走査線と複数のデータ信号線とにより囲まれた複数の表示領域に、液晶駆動電圧が印加される補助電極と、走査線とデータ信号線に接続された画素駆動用半導体能動素子とを備えているアクティブマトリクス型液晶表示装置において、前記走査線とデータ信号線のうち少なくとも一方の線がCr膜であって、膜厚が200nmから400nmの範囲で、膜面に垂直方向から見た平均結晶粒径の膜厚に対する比率が0.18以上であること、及び膜の(110)面に対する(200)面のX線回折強度比が2以上であることを特徴とするアクティブマトリクス型液晶表示装置

【請求項3】複数の画素を構成する液晶を含む液晶層と、液晶層を間にして相対向して配置されて少なくとも一方が透明な一対の絶縁基板と、一対の絶縁基板の一方の絶縁基板に分散して配置された複数の走査線と、複数の走査線とマトリクス状に交差するように配置された複数のデータ信号線とを備えているとともに、

複数の走査線と複数のデータ信号線とにより囲まれた複数の表示領域に、

2

膜の比抵抗が $2.2 \mu\Omega\text{cm}$ 以下であり、且つ金属膜の膜応力の絶対値が 2.0 MPa 以下であることを特徴とするアクティブマトリクス型液晶表示装置

【請求項4】金属膜の端部には60°以下のテーパー部が形成されていることを特徴とする請求項1または2または3記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置

【請求項5】金属膜の膜厚は250nm以上であることを特徴とする請求項1または2または3記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置

【請求項6】複数の画素を構成する液晶を含む液晶層と、液晶層を間にして相対向して配置されて少なくとも一方が透明な一対の絶縁基板と、一対の絶縁基板の一方の絶縁基板に分散して配置された複数の走査線と、複数の走査線とマトリクス状に交差するように配置された複数のデータ信号線とを備えているとともに、

複数の走査線と複数のデータ信号線とにより囲まれた複数の表示領域に、液晶駆動電圧が印加される補助電極と、走査線とデータ信号線に接続された画素駆動用半導体能動素子とを備えているアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造方法において、

前記走査線とデータ信号線のうち少なくとも一方の線の主材料にCrを用い、このCrをカソードターゲットとして、不活性ガスのNeあるいはArとNeとの混合ガスを含有するバタガス中に挿入し、直流マグネトロンスパッタ法により、膜厚が200nmから400nmの範囲で、膜面に垂直方向から見た平均結晶粒径の膜厚に対する比率が0.18以上であることを、及び膜の(110)面に対する(200)面のX線回折強度比が2以上であることを形成することを特徴とするアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造方法

【請求項7】複数の画素を構成する液晶を含む液晶層と、液晶層を間にして相対向して配置されて少なくとも一方が透明な一対の絶縁基板と、一対の絶縁基板の一方の絶縁基板に分散して配置された複数の走査線と、複数の走査線とマトリクス状に交差するように配置された複数のデータ信号線とを備えているとともに、

複数の走査線と複数のデータ信号線とにより囲まれた複数の表示領域に、液晶駆動電圧が印加される補助電極と、走査線とデータ信号線に接続された画素駆動用半導体能動素子とを備えているアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造方法において、

前記走査線とデータ信号線のうち少なくとも一方の線の主材料にCrを用い、このCrをカソードターゲットと

ることを特徴とするアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造方法。

【請求項8】到達真空度を 1×10^{-4} Pa以下に、スパッタ装置のガス圧を $0.4 \sim 1.0$ Paに、スパッタ密度を 1.0 W/cm^2 以上にそれぞれ設定して金属膜を堆積することを特徴とする請求項5または6記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、アクティブマトリクス型液晶表示装置に係り、特に、薄膜トランジスタ(TFT)によって液晶を駆動するに好適なアクティブマトリクス型液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】アクティブマトリクス型液晶表示装置として、表示品質の高いTFT駆動方式のものが多く採用されている。この種の液晶表示装置に対する最大の要求は、低価格化であり、低価格化を実現するためには、プロセスコストを適用したTFT-LCD(Liquid Crystal Display)の製造プロセスコストの低減、製造工程数の削減、スループットおよび歩留まりの向上を図ることが必須である。このため、近年、液晶表示装置の製造工程では、スループットの向上を図ることを目的に、ガラス基板として、 10.4 インチパネルか4面とれるサイズ $470 \text{ mm} \times 370 \text{ mm}$ のものや、 12.1 インチパネルが6面とれるサイズ $650 \text{ mm} \times 550 \text{ mm}$ のものが用いられている。この場合、液晶表示装置の軽量化のため、従来の、ガラス基板としては、その厚さ 1.1 mm のものが用いられていたが、サイズが大きくなっても、 0.7 mm かそれ以下のものが用いられている。このように、サイズが大きくなったガラス基板を用いた製造プロセスにおいては、ガラス基板を搬送する際に、ガラス基板自体に反りが生じることがある。このガラス基板自体の反りは、配線膜を初めとした薄膜の応力によるものが一つの要因となっている。

【0003】また液晶表示装置においては、低価格化だけでなく、ディスプレイの高精細化、大画面化が進んでいる。この場合、配線長の増大および配線幅の低減に伴って配線抵抗が増大するとともに、配線交差部、配線に接続されるトランジスタの数の増大に伴って配線容量も増大する。配線抵抗と配線容量が増大した状態でディスプレイを構成すると、配線抵抗と配線容量との積で定まる時定数が増大し、駆動パルスの波形なまりに起因して画質が低下する。このため、TFT-LCD用配線には低抵抗の金属材料が要求される。

【0004】そこで、TFT-LCD用金属配線材料として、例えば、特開平6-317814号公報に記載されているように、 $20 \mu\Omega/\text{cm}$ 程度と低抵抗のMo-W系合金を用いたものが提案されている。この合金を配線材料に用いると、ドライエッチング法によって配線端部にスパーク

部が形成され、配線端部にボイト等の突起が形成されず、配線上に他の膜を形成するときのカバーレージ性が向上する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来技術では、配線材料としてMo-W系合金薄膜を用いているため、この合金薄膜を形成するスパッタ法に用いるターゲットの材料費が著しく高価であること、ドライエッチング工程のスループットが低いこと、ドライエッチング装置が高価であること等の問題点があり、液晶表示装置の低価格化が困難である。

【0006】なお、AlまたはAl合金は低抵抗で、しかも安価でスループットの高いウェットエッチング法で加工できるので、配線材に用いることも考えられるが、AlまたはAl合金を配線材として用いると、製造プロセス中に加わる熱によってヒコック(突起)が発生し、配線間で短絡が発生することがある。このためAlまたはAl合金を配線材と用いるには膜を陽極酸化する必要がある。他の高融点金属と積層する等の対策が必要であり、工程数の増加に伴ってプロセスコストが増加する。

【0007】一方、Cuはウェットエッチングで加工可能で、ヒコックが発生しない等の特長があり、しかも他の膜との密着性、電気的コンタクト特性にも優れる等の特徴があるところから、例えば、特開平5-188397号公報に記載されているように、配線材として用いられている。しかし、Cuは比抵抗が高いため、通常のスパッタ条件の範囲ではどのようにしても膜応力が極めて高いという問題点がある。このため、比抵抗を低くするために膜厚を大きくすると、膜厚の増加に伴って基板の反りも大きくなり、基板搬送時に基板に欠陥が発生したり、基板に傷があるときには基板が割れたりする。このためCuを単に配線材に用いたのでは、液晶表示装置の高精細化、大画面化は困難である。なお、特開平6-67214号公報に記載されているように、スパッタ時に活性ガスのNeを用いることも考えられるが、Neを単に用いても、比抵抗を小さくしたり、膜応力を小さくしたりすることは困難である。

【0008】本発明の目的は、信号伝送路を構成する要素の比抵抗および膜応力を小さくすることができるアクティブマトリクス型液晶表示装置およびこの装置の製造方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するためには、本発明は、複数の画素を構成する液晶を含む液晶層と、液晶層を間にして相対向して配置されて少なくとも一方が透明な一方の絶縁基板と、一方の絶縁基板の一方の絶縁基板に分散して配置された複数の走査線と、複数の走査線とマトリクス状に交差するように配置された複数のデータ信号線とを備えているとともに、複数の走査線と複数のデータ信号線とにより囲まれた複数の表示領

域に、液晶駆動電圧が印加される補助電極と、走査線とデータ信号線に接続された画素駆動用半導体能動素子とを備えているアクティブマトリクス型液晶表示装置において、前記画素駆動用半導体能動素子の駆動に関連する電気信号を伝送するための信号伝送路を構成する要素がCr膜であって、膜厚が200nmから400nmの範囲で、膜面に垂直方向から見た平均結晶粒径の膜厚に対する比率が0.18以上であること、及び膜の(110)面に対する(200)面のX線回折強度比が2以上であることを特徴とするアクティブマトリクス型液晶表示装置を構成したものである。

【0010】前記液晶表示装置を構成するに際しては、信号伝送路を構成する要素として、走査線とデータ信号線のうち少なくとも一方の線にも適用することができる。

【0011】前記液晶表示装置を構成するに際しては、信号伝送路を構成する要素、または走査線とデータ信号線のうち少なくとも一方の線がCr膜中にNe原子を含む金属膜で構成され、この金属膜の比抵抗が $2.2\mu\Omega\text{cm}$ 以下であり、且つ金属膜の膜応力の絶対値が200MPa以下であるようにしても良い。

【0012】さらに前記各液晶表示装置を構成するに際しては、以下の要素を付加することができる。

【0013】(1)金属膜の端部には 6.0° 以下のコーナー部が形成されている。

【0014】(2)金属膜の膜厚は250nm以上であること。

【0015】また、本発明は、複数の画素を構成する液晶を含む液晶層と、液晶層を間にして相対向して配置されて少なくとも一方が透明な一対の絶縁基板と、一対の絶縁基板の一方の絶縁基板に分散して配置された複数の走査線と、複数の走査線とマトリクス状に交差するように配置された複数のデータ信号線とを備えているとともに、複数の走査線と複数のデータ信号線とにより囲まれた複数の表示領域に、液晶駆動電圧が印加される補助電極と、走査線とデータ信号線に接続された画素駆動用半導体能動素子とを備えているアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造方法において、前記走査線とデータ信号線のうち少なくとも一方の線が材料にCrを用い、このCrをターゲットとして、不活性ガスのNeあるいはArとNeとの混合ガスを含むスパッタガス中に挿入し、直流マグネトロンスパッタ法により、膜厚が200nmから400nmの範囲で、膜面に垂直方向から見た平均結晶粒径の膜厚に対する比率が0.18以上であること、及び膜の(110)面に対する(200)

れて少なくとも一方が透明な一対の絶縁基板と、一対の絶縁基板の一方の絶縁基板に分散して配置された複数の走査線と、複数の走査線とマトリクス状に交差するように配置された複数のデータ信号線とを備えているとともに、複数の走査線と複数のデータ信号線とにより囲まれた複数の表示領域に、液晶駆動電圧が印加される補助電極と、走査線とデータ信号線に接続された画素駆動用半導体能動素子とを備えているアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造方法において、前記画素駆動用半導体能動素子の駆動に関連する電気信号を伝送するための信号伝送路を構成する要素の主材料にCrを用い、このCrをターゲットとして、不活性ガスのNeあるいはArとNeとの混合ガスを含むスパッタガス中に挿入し、直流マグネトロンスパッタ法により、Cr膜中にNe原子を含む金属膜として、この金属膜の比抵抗が $2.2\mu\Omega\text{cm}$ 以下で且つ金属膜の膜応力の絶対値が200MPa以下であることを特徴とするアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造方法を採用することによって達成できる。

【0017】前記各製造方法を採用するに際しては、以下の条件を付加することができる。到達真度を $1 \times 10^{-4}\text{Pa}$ 以上に、スパッタガスのガス圧を $0.4 \sim 1.0\text{Pa}$ に、パワー密度を $10\text{W}/\text{cm}^2$ 以上にそれぞれ設定して金属膜を堆積すること。

【0018】前記した手段によれば、信号伝送路、走査線、データ線の要素を、Cr膜中にNe原子を含む金属膜として形成するときに、スパッタガスの圧力を最適に調整することで、金属膜の比抵抗が $2.2\mu\Omega\text{cm}$ 以下で且つ金属膜の膜応力の絶対値が200MPa以下のものを形成するようにしたため、信号伝送路、走査線またはデータ信号線の要素として比抵抗および膜応力が小さいものを形成することができる。これにより、基板の反りを最小限にできるとともに基板製造の生産性を向上させることができる。

【0019】

【発明の実施形態】以下、本発明の実施形態を図面に基いて説明する。

【0020】図1はアクティブマトリクス型液晶表示装置に搭載された1111基板の中の1画素の構成を示す平面模式図であり、図2は図1の1111画素の断面図である。図1および図2において、ガラス基板10上には複数のゲート配線12とデータ配線14とが絶縁部材を介してマトリクス状に配列されている。これらの配線は、スーパーインデュシブタに用いられるVGA (Video Graphics Array) と呼ばれるタイプのディスプレイで

図1はアクティブマトリクス型液晶表示装置に搭載された1111基板の中の1画素の構成を示す平面模式図であり、図2は図1の1111画素の断面図である。図1および図2において、ガラス基板10上には複数のゲート配線12とデータ配線14とが絶縁部材を介してマトリクス状に配列されている。これらの配線は、スーパーインデュシブタに用いられるVGA (Video Graphics Array) と呼ばれるタイプのディスプレイで

伝動素子)が透明画素電極16と隣接してガラス基板10上に形成されている。TFT素子は、ゲート電極18、ドレイ、電極20、ソース電極22、半導体層24等を備えており、ゲート電極18がガラス基板10上に積層されている。ゲート電極18上にはゲート絶縁膜26が積層されており、ゲート絶縁膜26上に半導体層24、 n^+ -a-Si膜28が積層されている。半導体層24を間にしてドレイ、電極20とソース電極22が形成されている。そしてこれらTFT素子上には保護膜30が形成されている。保護膜30上には配向膜32が形成されている。この配向膜32に相対向して配向膜34が形成されており、配向膜32と34の間には液晶層36が挿入されている。配向膜34上には液晶駆動電圧が印加される対向電極(補助電極)としての透明電極110層38が形成され、TFT層38上には保護膜40を介してカラーフィルタが形成されている。カラーフィルタは青色42、緑色44、赤色(図示省略)の要素を備えており、カラーフィルタには遮光用のブラックマトリクス46が接合されている。このブラックマトリクス46上にはガラス基板48が積層されている。そして基板10、48の外側には偏向板50、52が接合されている。ブラックマトリクス46としては、黒色樹脂によるもの、金属Crによるもの、金属Crと酸化Crの積層膜によるものの3種類があるが、いずれもオトリック法によって作成される。またカラーフィルタは、形成手段によって染色法、顔料分散法、印刷法、電着法の4種類に分類される。

【0021】LCDパネルを作成するに際しては、ガラス基板10側に配向膜32まで積層し、ガラス基板48側には配向膜34まで積層し、両者の基板を張り合わせる前に、両基板間の距離(セルギャップ)を一定にするために、レジストを基板表面均一に塗布する。その後、両基板10、48をアライメントして張り合わせる。このとき、周囲をエポキシ系熱硬化型樹脂を用いて接着する。次に、基板10、48を切断した後、配向膜32、34間のセル内に液晶を注入する。この後注入口はエポキシ系樹脂でパッチされる。続いて、基板10、48の周囲のゲート配線12、ドレイ配線14、共通電極、駆動回路とを異方性導電膜等を用いて接続し、セル表面に偏向板50、52を取付ける。この後、TFT基板の裏面側にバックライトユニットを設置することによって液晶表示装置が完成する。

【0022】ここで、本発明は、TFT素子(画素駆動用半導体伝動素子)の駆動に関連する電気信号を伝送するための信号伝送路を構成する要素として、例えば、ゲート配線(走査線)12、ドレイ配線(ゲータ信号線)14をCr膜中にNe原子を含む金属膜で形成したことを特徴としており、この特徴点を抽出するための各種の検討結果について以下に述べる。

【0023】まず、Cr膜の比抵抗に及ぼすスパッタ条

作の影響について説明する。

【0024】膜堆積法を用いるに際して、簡便で再現性が高く、高いスループットも期待できる直流マグネトロンスパッタ装置を用いた。この装置においては、形成しようとする材料(ターゲット:陰極)と基板10(陽極)とを相対向させた空間を真空中に排気した後、この空間内に不活性ガスを導入し、材料と基板の両者に直流電圧を印加してプラズマを発生させ、生成した陽イオンによるターゲットのスパッタリング現象を利用して基板に膜を堆積する方法を採用している。マグネトロンはプラズマの密度を高め、堆積速度を向上させるものであって、ターゲットの背面に設置されている。そしてここでは、図3に示すように、ガラス基板10として、550mm×650mm、厚さ0.7mmのものを用い、基板10上にCr膜を堆積した。さらに高いスループットでガラス基板10の処理が可能のように、図4に示すような枚集スパッタ装置を用いた。

【0025】ガラス基板10はTFT工程後の液晶工程(後述)において、図3の破線に沿って切断され、断面54の対角が12.1インチのサイズのパネルが6枚製造される。そしてガラス基板10は、製造ラインにおいて、自動搬送ロボット60によって移動されるカセット62内に複数枚収納される。このカセット62はロボット60の搬送によって移動ステージ64に設置されたあと、移動ロボット66によって第1仕込、取出室68または第2仕込、取出室70に搬送される。これらの室内は真空状態に排気され、その後、この室内のガラス基板10は1枚ずつ加熱室72に移動される。ガラス基板10は加熱室72で所定の温度に加熱された後、第1成膜室74に搬送される。第1成膜室74に搬送されたガラス基板10にはスパッタリングによりCr膜が堆積される。このときスパッタリングの不活性ガスとして、従来Arが用いられたが、本実施形態では、Neが用いられる。

【0026】スパッタリングが終了すると、ガラス基板10は加熱後第2成膜室76に搬送され、スパッタリングによって膜が堆積される。このあと同様に第3成膜室78でもスパッタリングによって膜が堆積される。この間の移動は真空搬送ロボット80によって行われ、各成膜室ごとに、ゲート配線12、ドレイ配線14、TFT素子の電極等が成膜される。そして膜堆積後、基板10は第1仕込、取出室68または第2仕込、取出室70に戻され、移動ロボット66によって移動ステージ64に移動された後、自動搬送ロボット60によって他の工程に移動される。

【0027】図4に示す枚集スパッタ装置を用いると、複数種類のターゲットに対応することができ、スループットを高めることができるとともに、装置の占有面積を小さくすることができるとともに、メンテナンスが容易となる。さらにターゲットの背面に設置したマグネト

を移動する構造であるため、従来のインライン型スパッタ装置に比べて高いパワー密度を装置内に投入することができる。

【0028】次に、スパッタリングによって堆積された金属膜の膜応力と比抵抗を測定したところ、図5および図6に示すような測定結果が得られた。この測定では、電気抵抗（シート抵抗）を4端子式抵抗測定法によって*

$$\delta = 3(1 - \gamma) / L^2 d \sigma \epsilon (E + b)$$

ここで、E：電圧、 γ ：基板のポアソン比、L：基板の長さ、b：基板の厚さ、d：膜厚である。

【0030】スパッタリングの不活性ガスにArを用いた場合、Crの比抵抗を $2.2 \mu\Omega/\text{cm}$ 程度以下にはできるが、膜堆積条件をどのようにしても、膜には、最低でも $700 \sim 800 \text{ MPa}$ の引っ張り応力が発生し、それによってガラス基板が反り、スパッタリングに支障をきたすことが分かった。最悪の場合、基板が割れ、膜厚の低下、稼働停止を引き起こす。また反り量が多い基板では、スパッタリング工程後の露光、現像工程でもパターン精度が悪化する等の問題点が発生した。さらに膜の乗り越えの多いケース、特にインテは、応力が高いため、スパッタリング後に断線不良が多発した。なお、図5に示すように、スパッタガス圧の低下に伴い、膜応力は低下するが、プロセスが発生する限界の 0.2 Pa までスパッタガス圧は約 7.0 MPa と高いことが分かる。なお、圧力を 0.2 Pa より低下すれば応力を 7.0 MPa 以下にできると期待されるが、実際は存在するガス分子の密度が低下するためプロセスが発生しないのである。

【0031】一方、スパッタガスにNeを用いたときの検討結果として、膜特性に及ぼす大きなスパッタガス圧をパラメータとした場合の結果を図5および図6に示した。なお、この際真空系およびマスフローコントローラはNeに感度が校正されたものを用いた。これらの結果は、基板温度 200°C （スパッタリング開始直前の実測値）、到達真空度 $1 \times 10^{-4} \text{ Pa}$ 以下、パワー密度 $1.0 \text{ W}/\text{cm}^2$ で膜厚 200 nm に堆積したターゲットである。

【0032】図6から、Cr膜の比抵抗は圧力を下げると急激に低下する傾向にあることが分かる。なお、この結果範囲では、比抵抗の絶対値は全て約 $2.0 \mu\Omega/\text{cm}$ 以下と小さいが、この理由は、稼働スパッタ装置を用いてパワー密度を高めたことおよび到達真空度を低く制御したことによる。

【0033】一方、図5から、膜応力は圧力を下げると低下することが分かる。その際、圧力が 1.0 Pa 以下になると、スパッタガス圧力は 2.0 MPa 以下であ

*求め、膜をエッチングして形成した段差部の高さを測定して得た膜厚によって比抵抗を換算した。また、5インチのシリコンウェハ（厚さ 0.55 mm ）を基板に用い、その基板に膜が堆積された前後の反り量の差 δ を求め、この値と膜応力 σ との関係を表す次式を用いて膜応力を計算した。

【0029】

$$\sigma = (1)$$

度を調整すると、膜応力はあまり変化しないが、比抵抗は低下すること、パワー密度を低下すると比抵抗および膜応力ともに上昇することが判明した。またパワー密度を $1.0 \text{ W}/\text{cm}^2$ 以上に制御すれば、ほぼ検討した全範囲で安定する膜応力を、要求される 2.0 MPa 以下にすることができる。また到達真空度を上げると、応力はほとんど変化しないが、比抵抗が増加するので、真空到達度は $1 \times 10^{-4} \text{ Pa}$ 以下とすることが必要である。なお、図には示されていないが、ArとNeとの混合ガスを用いて、Neガスの濃度を上げると、同様に応力を下げることができる。

【0034】ここで、ガス圧力およびガス種を変えることにより、Crの膜応力が変化する理由は次のように考えられる。スパッタガス圧を下げることによって平均自由行程が長くなり、スパッタ粒子（Cr）とスパッタガス（ArまたはNe）との衝突回数が減少するため、基板に入射するスパッタ粒子のエネルギーが増大する。また、スパッタガスをArから軽元素であるNeガスにすることによって、スパッタ粒子（Cr）とスパッタガス（Ne）との衝突時のエネルギー損失が減少し、その結果、基板に到達するCr粒子のエネルギーが増大する。Cr膜は本質的に大きな引っ張り応力を有しているものであるが、基板に到達するCr粒子のエネルギーが増大すると、打ち込み効果により結晶格子が拡大するように作用する。すなわち圧縮応力が加わるように働き、引っ張り応力が緩和されたものと考えられる。なお、この際、スパッタガスであるNe原子がCr膜の堆積時に境界中に取り込まれる。これをこのことは、軽元素で不活性のHeにも効果があるが、Heは解ききるため、スパッタレートが極端に遅いという問題点がある。

【0035】次に、Neガスを用いてスパッタした膜の構造上の特徴を調べた結果を示してお。比較のためにArを用いて作製した膜も調べた。Ar及びNeとも応力が最も低下する条件でスパッタした。膜厚 $200, 400, 600 \text{ nm}$ の3種類について調べた。得られたCr膜の表面を走査型電子顕微鏡（SEM）で観察した結果を図8に示す。観察条件は、加速電圧 5 kV 、倍率 5

伴って結晶粒径は増大することがわかる。括弧内に結晶粒径の膜厚に対する比率を示す。その値はArに比べてNeの方が大きく、TFD・LCDで一般に用いられる膜厚範囲である200～400nmの範囲ではArの場合最大でも0.17であるのに、Neの場合0.18以上であることがわかる。また、膜厚200nmの両者の膜をX線回折で評価した。すなわち、Arスパッタによる応力が約800MPaのCr膜、及びNeスパッタによる応力が約100MPaのCr膜の二つである。測定したX線回折パターン及びJCPDSの標準粉末パターンを図10に示す。この図から、Neスパッタによる低応力Cr膜では(200)回折線が(110)に比べて非常に強いことがわかる。標準粉末パターンでは(110)に対する(200)の回折強度比が0.16であるのに対し、Neによる膜ではその比は約1.0と大きい。Arの場合には約1.5である。スパッタ条件を広い範囲で検討した結果、ある程度この比率を変えることができるが、Arを用いた場合には約1.5以上にすることは困難であった。(200)面の回折強度が強いことは、膜が(200)配向を示していること、すなわち体心立方構造であるCrの(200)方位が膜面に垂直方向を向いている結晶粒の存在比率が高いことを示している。また、(200)配向をとることによって、膜の応力を緩和しているものと推定される。換言すれば、(200)配向を示し、X線回折によって求められる(110)に対する(200)の回折強度比が高いことは、膜の応力が低いことを表わしているといえる。検討の結果、(110)に対する(200)の回折強度比は2.0以上であることが低応力(<500MPa)の条件であると判断された。

【0036】さらに、X線回折法で膜を詳細に評価した結果、膜応力が低いものは高いものに比べ(膜に垂直方向の)格子定数が伸長していることが判明した。前記二者については、Neによる膜の方が、Arによる膜に比べ0.003オングストローム長い結果であった。

【0037】Cr膜をNeガスを用いてスパッタした場合、膜中にNeが含まれていることは、組成分析の1種である分析法を用いれば容易に明らかにできる。

【0038】例えば、昇温脱離ガバナ分析(Thermal Desorption Spectroscopy)を用いれば、試料を高真空中で昇温加熱(この場合には900℃まで、最高は1000℃)することによって放出される脱離ガスの質量を分析することができる。X線マイクロアナライザ(XMA: X-ray Microprobe Analyzer)を用いた場合には、試料に高エネルギーの電子を衝突させ、固体を構成する元素に特有なエネルギーの二次電子と特性X線が放出されたときに、特性X線の波長とその強度を測定し、この測定結果からその元素を分析することができる。また2次イオン質量分析計(SIMS: Secondary Ion Mass Spectrometer)を用いた場合には、試料にイオンビームを

照射し、イオンビームの照射に伴って放出される2次イオンの質量を分析することができる。これらの分析の方法を用いて組成を分析したところ、Arスパッタでは、Cr膜中のAr量は成膜厚力が2Paで0.02原子%であり、成膜厚力を0.2Paにすると0.03原子%になる結果が得られた。

【0039】一方、Neスパッタでは、成膜厚力が1Paおよび0.5Paの場合に、Ne量はそれぞれ0.2原子%および0.8原子%の結果が得られた。これは、Cr膜中にある量のNe原子を含むと前述の膜応力になることを示している。

【0040】次に、基板の反りと膜抵抗の関係について説明する。

【0041】前述したように、ガラス基板の大面積化、高精細化に伴って生じる信号遅延を抑制するためには、配線の低抵抗化が必要になる。そこで、画面サイズ14インチ、画素数:1024×768までのTFD・LCDを実現するのに必要なゲート配線抵抗をシミュレーションによって求めた結果、配線のゲート抵抗は0.7Ω/□以下である必要があることが判明した。

【0042】ここで、最大14インチサイズを考慮した理由は、650mm×550mmサイズの基板からは12インチパネルが6面取れるとともに、14インチパネルが4面取れることおよび14インチパネルがCRドモータの画面サイズ約17インチに相当するもので、需要が大きいからである。換言すれば、同一の製造ラインにおいては、同一の基板サイズから複数のパネルを製造する必要があるが、全てのサイズを同じ材料、プロセスで製造できることが効率の点から最も好ましく、その場合、最大サイズとして、画面サイズ14インチ(画素数:1024×768)を考慮しておけば十分だからである。

【0043】次に、配線膜の比抵抗を変化した場合に、ゲート抵抗を0.7Ω/□とできる膜厚d=0.7との関係を図7に示す。図7から、比抵抗が低減すれば、ゲート抵抗を0.7Ω/□とできる膜厚は薄くなるのが分かる。スパッタガスにArを用いたときに、Cr膜の比抵抗は30μΩ/cm以上と高かったため、0.7Ω/□とするには、400nm以上の膜厚となり、膜堆積と膜のユレに時間を必要とし、スループットが低下するとともに、膜応力に起因して基板の反りが増大する等の問題が生じ、到底実現できなかった。

【0044】また、膜応力が一定な場合には、膜厚の増大に伴って基板の反り量が増大するという問題点がある。実際には、膜厚が150nm以上では膜応力はほぼ一定である。なお、膜厚、膜応力および基板の反り量の間の関係は前述した(1)式から定量化できる。そして実測によれば、搬送および露光、現像工程におけるトラブルが増加し始める基板の反り量は約2mmであることが分かった。このことから、基板の反り量を2mm以下の抑える応力値でなくてはならないといえる。

【0045】図7からは例えば、比抵抗 $2.2\ \mu\Omega/\text{cm}$ の場合を考えると、シート抵抗 $0.7\ \Omega/\square$ を与える膜厚は $3.14\ \text{nm}$ である。この場合、(1)式から膜応力を約 $4.00\ \text{MPa}$ 以上に抑えないと、 $3.70\ \text{nm} \times 4.70\ \text{nm} \times 0.7\ \text{mm}$ サイズ(長尺の)基板の反りが $2\ \text{mm}$ 以上となる。また $5.50\ \text{nm} \times 6.50\ \text{nm} \times 0.7\ \text{mm}$ サイズの場合には、(1)式から、膜応力を $2.00\ \text{MPa}$ 以上にする必要がある。逆に、膜応力が $3.00\ \text{MPa}$ 程度に上昇しても、 $5.50\ \text{nm} \times 6.50\ \text{nm} \times 0.7\ \text{mm}$ サイズの場合には反り量は $2\ \text{mm}$ 以上には達する膜厚は $2.50\ \text{nm}$ である。なお、基板の板厚は、厚くなれば膜応力値が一定では板厚に反比例して反り量は小さくなる。実際、実験した範囲では、基板の厚さが $1.0\ \text{mm}$ 以上になると、基板の反りによるトラプルは激減した。

【0046】以上のことを考慮すると、膜堆積、膜のエッチングの各工程のスケジュールから、必要とされるC膜の膜厚は約 $0.0\ \text{nm}$ である。したがって、図7から、比抵抗は $2.2\ \mu\Omega$ 程度以下である必要がある。さらに、基板温度を上げたり、到達真空度を低圧力にする等の方法によって低抵抗化が可能であるが、いずれの方法もスケジュールは低下する方向なので、現実の製造プロセスでは約 $1.8\ \mu\Omega/\text{cm}$ が下限と考えられる。なお、NeをスパッタしたCr膜のエッチング速度はArをスパッタしたCr膜とはほぼ同等であることを確認した。すなわち、膜のエッチング工程においてはスケジュール上の低下は生じなかった。

【0047】次に、上述した結果に基づいてTFT基板を作成した結果について説明する。まず、直流マグネトロンスパッタ法により、よく洗浄したガラス基板を 200°C に加熱してガラス基板上にCrを堆積する。この堆積条件は前述した範囲内とする。また膜厚は $2.50\ \text{nm}$ とし、そのシート抵抗は $0.8\ \Omega/\square$ である。Cr膜をエッチングによってゲート配線12に加工した。この際、エッチングは、エッチャントとして、硝酸第2セリウムアセテートと過塩素酸とを添加した水溶液に硝酸を添加したものを用いた。この割合は硝酸第2セリウムアセテート濃度と硝酸添加量で制御できる。この場合、エッチング電極部部のウェット角は 45° であった。このようなウェット角にすることにより、基板上に積層する膜のウェット性を良好にできる。なお、予備検討により、ゲート電極のウェット角とこの上に形成する絶縁膜(SiN)のウェット性について調べた。具体的には、ウェット角を $10^\circ \sim 80^\circ$ の範囲で調整し、それぞれこの上に、後述する方法でSiN膜、引き続きCr膜を形成し、MIM素子を作成してSiN膜の絶縁耐圧を求

【0048】次に、ゲート配線12で加工した基板をRFプラズマCVD装置に設置し、ゲート絶縁膜26のSiNを形成した。基板温度は 280°C として、 SiH_4 と NH_3 および N_2 の混合ガスを原料ガスとして用い、 $30.0\ \text{nm}$ の膜厚に作成した。次いで、RFプラズマCVD装置内の別のチャンバで半導体層のa-Siを形成した。このとき基板温度は 250°C とし、モリブデン SiH_4 を原料ガスに用いて作成した。膜厚は $22.0\ \text{nm}$ とした。引き続き別チャンバに移し、この上にP型(P)ドーピングした $\text{n}^+\text{-a-Si}$ 層28を形成した。基板温度は 230°C とし、 SiH_4 、 PH_3 および H_2 の混合ガスをを用い、 $5.0\ \text{nm}$ の膜厚に作成した。

【0049】次に、ドライエッチング法によって、 $\text{n}^+\text{-a-Si}$ 層28と半導体層24のa-SiをTFT形状にパターンニングした。続いてゲート絶縁膜26を同様にドライエッチング法によって加工し、画素電極16とゲート電極18の端部取り出し部のためのスクーパールを形成した。この上にゲート電極18と同一の材料、装置および条件において、Cr膜を堆積した。このCr膜を同様にエッチングによってライン配線14を加工した。引き続き、ドライエッチング法によって、 $\text{n}^+\text{-a-Si}$ 層28を除去し、TFTのチャンネルを形成した。なお、実際には、ドライエッチング法では、加工精度を考慮して、 $\text{n}^+\text{-a-Si}$ 層28を $5.0\ \text{nm}$ のみでなく、半導体層24も約 $10.0\ \text{nm}$ でドライエッチングされる。次に、直流マグネトロンスパッタリング法を用い、基板温度 200°C で、透明電極陽極ITO膜を堆積後、エッチングによって画素電極16をパターンニングした。なお、図1は示されていないが、このパターンニングにおいては、同時にパセル周囲のゲート電極18、ソース電極22、ドレイン電極24もITO膜で被覆している。これは、パセル駆動回路(外部駆動回路)との接続の信頼性を確保するためである。そしてこの上に、保護膜30のSiN膜をRFプラズマCVD法によって形成した。また基板温度は 250°C とし、 SiH_4 、 NH_3 および H_2 の混合ガスを原料ガスとして用い、 $30.0\ \text{nm}$ の膜厚に作成した。その後、ドライエッチング法によって、パセル周囲の保護性絶縁膜SiNを除去し、電極端子を露出させるとともに、画素電極部にスクーパールを形成した。

【0050】以上までの工程において、Neをスパッタガスとして用い、Cr膜を作成した場合、基板割れ、膜はがれを始めとした製造プロセス上の不具合は全く発生しなかった。そして作成したTFT基板から一部を液晶工程に投入し、LCDパネルを完成させた。そしてその

工程ですでに搬送トラブルが発生したため、基板割れにつながることを予想して後の工程を中止した。

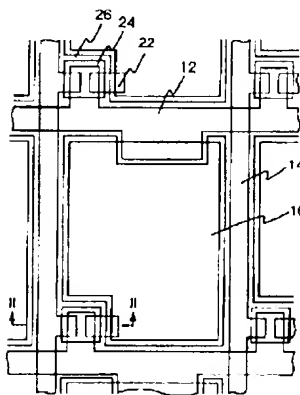
【0051】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、信号伝送路、走査線またはデータ信号線をCr膜で形成し、その膜面に垂直方向から見た平均結晶粒径の膜厚に対する比率が0.18以上、及び膜の(110)面に対する(200)面のX線回折強度比が2以上であるようにし、Cr膜中にはNa原子を含むように形成するとともに、この膜の比抵抗が $22\mu\Omega\text{cm}$ 以下で且つ膜応力の絶対値が200MPa以下であるようにしたため、信号を伝送する要素の抵抗および膜応力を小さくすることができ、歩留まりの向上および信頼性の向上に寄与することができる。

【図面の簡単な説明】

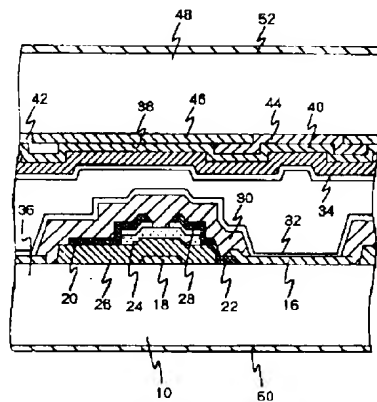
【図1】本発明の一実施形態を示す液晶表示装置の1画素分の構成を示す平面模式図である。

【図1】

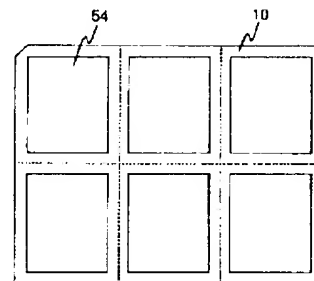


12…ゲート配線 14…ドレイン配線
16…透明画素電極 22…ソース配線

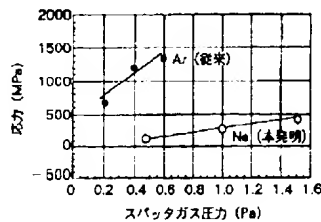
【図2】



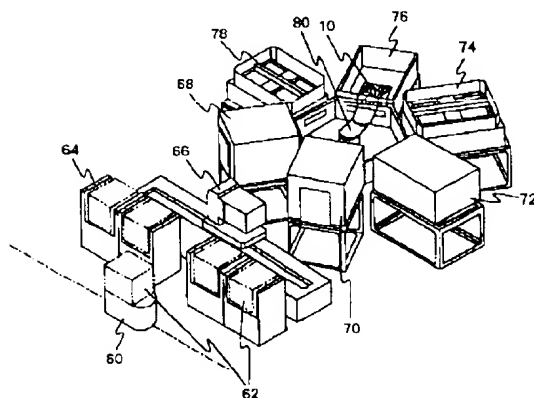
【図3】



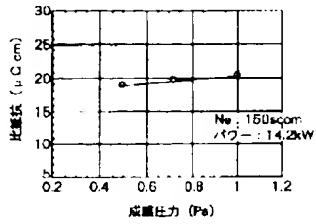
【図5】



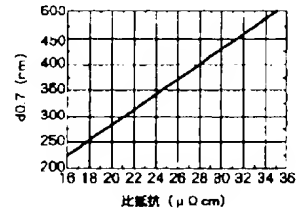
【図4】



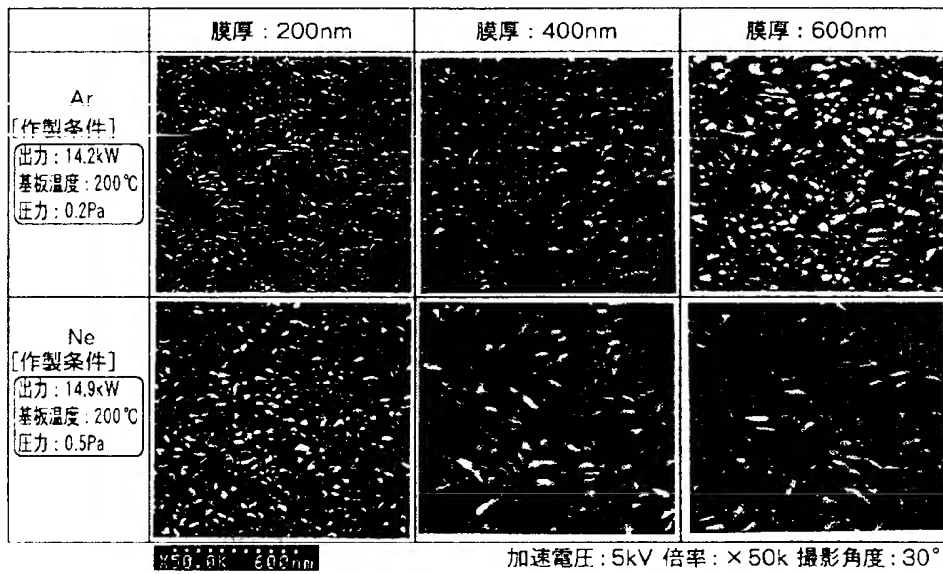
【図6】



【図7】

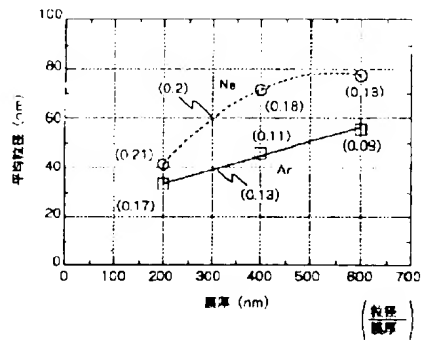


【図8】



図面代用写真

【図9】



【図10】

